

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-305590

(43)Date of publication of application : 17.11.1998

---

(51)Int.CI.

B41J 2/175

---

(21)Application number : 09-117850 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 08.05.1997 (72)Inventor : KURIHARA KATSUMITSU  
ICHISE TOSHIHIKO

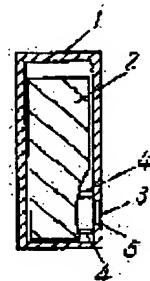
---

## (54) SENSOR FOR DETECTING AMOUNT OF REMAINING INK

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a sensor for detecting the amount of remaining ink in an ink cartridge used in an ink-jet recording apparatus which can correctly detect the amount even when a sponge-like ink-absorbing body is set inside the ink cartridge.

SOLUTION: The sensor includes a diaphragm bonded to a piezoelectric element. A predetermined distance is secured between the diaphragm and an ink-absorbing body 2 to prevent the diaphragm from coming in touch with the ink-absorbing body 2 set inside an ink cartridge and impregnated with ink even when the diaphragm comes in touch with the ink in the cartridge. In this state, a sensor element 3 is held at the ink cartridge.



---

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

[application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
  2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
  3. In the drawings, any words are not translated.
- 

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] \*\* to which said diaphragm contacts the ink inside an ink cartridge including the diaphragm which joined the piezoelectric device, The sensor component held at the above-mentioned ink cartridge where predetermined spacing is secured between said ink absorbers so that said diaphragm may not touch to the ink absorber which sinks in the ink installed in the interior of an ink cartridge, The amplifier which is connected to the electrode of said piezoelectric device in order to vibrate said sensor component, and excites with the proper resonance frequency of said diaphragm, The ink residue detection sensor equipped with the wave detector which detects the electrical signal outputted from this amplifier, and the comparator which outputs the signal which tells the existence of ink for the electrical signal from this wave detector as compared with a reference signal.

[Claim 2] Amplifier is an ink residue detection sensor according to claim 1 characterized by including the filter which chooses or eliminates the electrical signal of a specific frequency higher than audio frequency.

[Claim 3] A diaphragm is an ink residue detection sensor according to claim 1 characterized by installing in the lower part side face or base of an ink cartridge.

[Claim 4] A diaphragm is an ink residue detection sensor according to claim 1 characterized by constituting so that opening which consisted of a metal plate and was prepared in the ink cartridge may be plugged up, it may be attached in the skin of the ink cartridge concerned and predetermined spacing at which ink is not held with the surface tension of ink between ink absorbers may be secured.

[Claim 5] A diaphragm is the ink residue detection sensor according to claim 1 constituted so that predetermined spacing might be secured between ink absorbers to the diaphragm concerned by the projection which consisted of a metal plate and was prepared in the interior of an ink cartridge.

[Claim 6] The ink residue detection sensor according to claim 1 characterized by preparing an insulator layer in the front face corresponding to the interior of the ink cartridge of a diaphragm.

[Claim 7] The ink residue detection sensor according to claim 1 characterized by preparing the water-repellent protective coat which consists of a monomolecular film on the surface of an insulator layer.

[Claim 8] It has the diaphragm which joined the piezoelectric device, and the holder of the

shape of a cylinder like object with base attached in opening which supported this diaphragm inside and was prepared in the ink cartridge. The interior of an ink cartridge and a hole open for free passage are prepared in the periphery enclosure of the holder in the interior of an ink cartridge. \*\* to which said diaphragm contacts the ink inside an ink cartridge, the ink residue detection sensor constituted so that said diaphragm might not touch to the ink absorber inside an ink cartridge and predetermined spacing might be secured between said ink absorbers.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the ink residue detection sensor which detects the ink residue inside an ink cartridge, especially the ink cartridge used for an ink jet recording apparatus.

#### [0002]

[Description of the Prior Art] It has one or more ink jet heads, and the printer which flies an ink droplet to the record medium of paper and others, and makes a graphic form, an alphabetic character, etc. is in the limelight recently. This printer needs to form an ink residue detection sensor in order to use an exchangeable ink cartridge generally, and to detect and display the ink residue inside an ink cartridge. What is indicated by JP,3-55313,B as an example of the conventional ink residue detection sensor is known. This sensor has two probes made from stainless steel arranged so that it may be dipped in the ink inside an ink cartridge, and detects the ink residue inside a cartridge by impressing an electrical potential difference between this probe, and carrying out the monitor of the resistance of ink.

#### [0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the above-mentioned conventional configuration, since the slight ink absorbed by the ink absorber forms the electric flow way between the formed probes even if the residue of ink decreases the ink cartridge of a method which formed the sponge-like ink absorber in the interior of an ink cartridge in adoption, an ink residue is correctly undetectable. Moreover, in order to impress an electrical potential difference to ink through a probe, there was a problem that ink deteriorated by electrolysis of the ink quality of the material.

#### [0004]

[Means for Solving the Problem] In order to solve this technical problem, the ink residue detection sensor of this invention \*\* to which said diaphragm contacts the ink inside an ink cartridge including the diaphragm which joined the piezoelectric device, The sensor component held at the above-mentioned ink cartridge where predetermined spacing is secured between said ink absorbers so that said diaphragm may not touch to the ink absorber which sinks in the ink installed in the interior of an ink cartridge, The amplifier

which is connected to the electrode of said piezoelectric device in order to vibrate said diaphragm, and excites with the proper resonance frequency of said diaphragm. It has the wave detector which detects the electrical signal outputted from this amplifier, and the comparator which outputs the signal which tells the existence of ink for the electrical signal from this wave detector as compared with a reference signal. It becomes possible [the ink cartridge of a method which formed the sponge-like ink absorber in the interior of an ink cartridge by this configuration] to detect an ink residue correctly.

[0005]

[Embodiment of the Invention] Invention of this invention according to claim 1 contains the diaphragm which joined the piezoelectric device. \*\* to which said diaphragm contacts the ink inside an ink cartridge. The sensor component held at the above-mentioned ink cartridge where predetermined spacing is secured between said ink absorbers so that said diaphragm may not touch to the ink absorber which sinks in the ink installed in the interior of an ink cartridge. The amplifier which is connected to the electrode of said piezoelectric device in order to vibrate said sensor component, and excites with the proper resonance frequency of said diaphragm. It has the wave detector which detects the electrical signal outputted from this amplifier, and the comparator which outputs the signal which tells the existence of ink for the electrical signal from this wave detector as compared with a reference signal. By this configuration It has an operation that the ink cartridge of a method which formed the sponge-like ink absorber in the interior of an ink cartridge can also detect an ink residue correctly.

[0006] Invention according to claim 2 has an operation that the existence of an ink residue is detectable as an electrical signal, by setting to invention according to claim 1, and exciting a sensor component with the resonance frequency of the diaphragm of a sensor component, only when it is a configuration containing the filter with which amplifier chooses or eliminates the electrical signal of a specific frequency higher than audio frequency and the sensor component is exposed from a liquid ink side.

[0007] In invention according to claim 1, invention according to claim 3 is the configuration of having installed the diaphragm in the lower part side face or base of an ink cartridge, and has an operation that constraint can install in the location in which a sensor component is installed according to the description that thickness is [a sensor component] thin and it is small at an angle of arbitration few.

[0008] As for invention according to claim 4, a diaphragm consists of a metal plate in invention according to claim 1. It is attached in the skin of the ink cartridge concerned so that opening prepared in the ink cartridge may be plugged up. And it constitutes so that predetermined spacing at which ink is not held with the surface tension of ink between ink absorbers may be secured. When sufficient reinforcement can be secured with a metal plate and it has an ink absorber inside an ink cartridge, without a piezoelectric device always touching ink, it has an operation that the residue of ink is correctly detectable.

[0009] In invention according to claim 1, by a diaphragm's consisting of a metal plate and considering as the structure which prepared the projection in the interior of an ink

cartridge, invention according to claim 5 becomes possible [ securing predetermined spacing between an ink absorber and a sensor component ], and when it has an ink absorber inside an ink cartridge, it has an operation that the residue of ink is correctly detectable.

[0010] In invention according to claim 1, it is the configuration of having prepared the insulator layer in the front face corresponding to the interior of the ink cartridge of a diaphragm, invention according to claim 6 is effective when ink will deteriorate, if a direct metal touches ink when a metal ion is included in the component of ink, and it has an operation that an ink residue is detectable, without impressing an electrical potential difference to ink.

[0011] Invention according to claim 6, invention according to claim 7 is the configuration of having prepared the water-repellent protective coat which consists of a monomolecular film on the surface of an insulator layer, and has an operation that it is possible to be able to protect so that a surface of metal may not touch ink directly with a monomolecular film, and to raise the water repellence of the ink of a sensor component front face.

[0012] Invention according to claim 8 is equipped with the diaphragm which joined the piezoelectric device, and the holder of the shape of a cylinder like object with base attached in opening which supported this diaphragm inside and was prepared in the ink cartridge. The interior of an ink cartridge and a hole open for free passage are prepared in the periphery enclosure of the holder in the interior of an ink cartridge. They are \*\* to which said diaphragm contacts the ink inside an ink cartridge, and the configuration of having secured predetermined spacing between said ink absorbers so that said diaphragm might not touch to the ink absorber inside an ink cartridge. A sensor component can be easily attached only by attaching a holder in opening of an ink cartridge, and it has an operation that sufficient distance of an ink absorber and a sensor component front face is securable.

[0013] (Gestalt 1 of operation) The gestalt of operation of the 1st of this invention is explained below, referring to drawing 1 and drawing 2. The ink absorber which prepared 1 in the ink cartridge case and prepared 2 in the ink cartridge case 1 in drawing 1, Two or more projections allotted around the sensor component in the shape of a ring in order that the sensor component with which 3 joined the piezoelectric device to one side of a diaphragm, and 4 might secure spacing sufficient between the ink absorber 2 and the sensor component 3, 5 is opening prepared in the ink cartridge case 1, and the sensor component 3 is installed in the opening 5 prepared in the ink cartridge case 1. Here, it cannot be overemphasized that the sensor component 3 is installed in opening 5 so that a diaphragm side may turn to the interior of an ink cartridge.

[0014] When the oil level of ink is above the location of the sensor component 3, ink touches the front face of the sensor component 3, and the proper resonance frequency of the sensor component 3 becomes low compared with the time of ink not touching. On the other hand, if the ink residue inside an ink cartridge decreases, ink will stop contacting the front face of the sensor component 3, and the proper resonance frequency of the sensor component 3 will become high. If the ink absorber 2 touches the sensor component 3 at this time, change

of proper resonance frequency will become small and detection will become difficult. Moreover, if the distance of the ink absorber 2 and the sensor component 3 is approaching, it will become difficult for ink to be held between the ink absorber 2 and the sensor component 3, and to detect the oil-level fall of ink with surface tension, but when projection 4 presses the ink absorber 2, sufficient spacing is secured between the ink absorber 2 and the sensor component 3.

[0015] Drawing 2 is a block diagram explaining the electrical circuit section of the gestalt of the 1st operation. The amplifier which is connected to the electrode 7 of a piezoelectric device 6 in order that 10 may vibrate the sensor component 3 held at the ink cartridge in drawing 2, and excites with the proper resonance frequency of said sensor component 3, the wave detector which detects the electrical signal with which 11 is outputted from this amplifier 10, and 12 are comparators which output the signal which is equivalent to an ink residue in the electrical signal from this wave detector 11 as compared with a reference signal. Here, the above-mentioned sensor component 3 joins a piezoelectric device 6 to one side of the diaphragm 9 which consists of a metal plate, and forms Electrodes 7a and 7b in the piezoelectric device 6. An amplifier 10 has connected to the above-mentioned electrode 7a the output of the operational amplifier 23 which grounded the non-inversed input terminal while it connects with an inversed input terminal through resistance 21 from the output of this band pass filter 13 and it connects resistance 22 with the band pass filter 13 linked to the above-mentioned electrode 7b between an inversed input terminal and an output terminal. Including the diode 25 which connected the output of the above-mentioned amplifier 10 through the capacitor 24, a wave detector 11 grounds a cathode through a capacitor 27 while grounding the anode of this diode 25 through resistance 26. A comparator 12 consists of an operational amplifier 28 which connected the output of the above-mentioned wave detector 11 to the inversed input terminal, and it is constituted so that reference voltage may be impressed to the non-inversed input terminal of the above-mentioned operational amplifier 28.

[0016] The sensor component 3 vibrates by the principle of the so-called self-oscillation of a piezo-electric buzzer with an amplifier 10, and the oscillation frequency turns into proper resonance frequency of the sensor component 3. Generally proper resonance frequency is proportional to the thickness of a diaphragm in inverse proportion to the size of a diaphragm. Since the sensibility of detection of the oil level of ink will worsen if thickness is too thick, a thing thin as much as possible is desirable.

[0017] When the oscillator circuit which consists of a sensor component 3 and amplifier 10 is oscillating, the AC signal of an oscillation is changed into direct current voltage by the wave detector 11, and the output voltage of a wave detector 11 increases with it. The level judging of this direct current voltage can be carried out by the comparator 12, and the existence of ink can be outputted as an electrical signal. A non-inversed input terminal is grounded, and the above-mentioned band pass filter 13 consists of operational amplifiers 29 to which the parallel circuit of resistance 31 and a capacitor 30 was connected between the inversed input terminal and the output terminal, and has connected the

above-mentioned electrode 7b to the inversed input terminal of the above-mentioned operational amplifier 29 through the series circuit of a capacitor 33 and resistance 32. This band pass filter 13 chooses the electrical signal of a specific frequency higher than audio frequency, and shows the band property of this filter to drawing 3. As shown in drawing 3, when proper resonance frequency of the sensor component 3 in the condition that there is no ink is set to f2, the band frequency of f2 and a band pass filter is in agreement, and amplifier 10 has sufficient gain to vibrate the sensor component 3 in this frequency. However, in the condition that ink is in contact with the front face of the sensor component 3, the proper resonance frequency of the sensor component 3 falls to f1. Since f1 and the band frequency of a band pass filter are not in agreement, amplifier 10 does not have sufficient gain in this frequency, and the sensor component 3 does not vibrate. Therefore, since an AC signal is not produced in the output terminal of amplifier 10, the output voltage of a wave detector 11 becomes low, and the output of a comparator 12 becomes high. [0018] In addition, although this example explained what chooses the electrical signal of the specific frequency higher than audio frequency as a band property of a band pass filter 13, the approach of eliminating the electrical signal of a specific frequency higher otherwise than audio frequency is also possible. The electrical circuit block diagram in this case is shown in drawing 4. The amplifier which is connected to the electrode 7 of a piezoelectric device 6 in order that 10 may vibrate the sensor component 3 held at the ink cartridge in drawing 4, and excites with the proper resonance frequency of said sensor component 3, the wave detector which detects the electrical signal with which 11 is outputted from this amplifier 10, and 12 are comparators which output the signal which is equivalent to an ink residue in the electrical signal from this wave detector 11 as compared with a reference signal. Here, the above-mentioned sensor component 3 joins a piezoelectric device 6 to one side of the diaphragm 9 which consists of a metal plate, and forms Electrodes 7a and 7b in the piezoelectric device 6. The amplifier 10 grounded the inversed input terminal through resistance 44 while it connected with the non-inversed input terminal through resistance 42 from the output of the band pass filter 13 linked to the above-mentioned electrode 7b, and this band pass filter 13 and it connected resistance 43 between the non-inversed input terminal and the earth terminal, it connected the resistor 45 between the output terminal and the non-inversed input terminal, and has connected the output of this operational amplifier 23 to the above-mentioned electrode 7a. Including the diode 25 which connected the output of the above-mentioned amplifier 10 through the capacitor 24, a wave detector 11 grounds a cathode through a capacitor 27 while grounding the anode of this diode 25 through resistance 26. A comparator 12 consists of an operational amplifier 28 which connected the output of the above-mentioned wave detector 11 to the inversed input terminal, and it is constituted so that reference voltage may be impressed to the non-inversed input terminal of the above-mentioned operational amplifier 28.

[0019] The sensor component 3 vibrates by the principle of the so-called self-oscillation of a piezo-electric buzzer with an amplifier 10, and the oscillation frequency turns into proper

resonance frequency of the sensor component 3. Generally proper resonance frequency is proportional to the thickness of a diaphragm in inverse proportion to the size of a diaphragm. Since the sensibility of detection of the oil level of ink will worsen if thickness is too thick, a thing thin as much as possible is desirable.

[0020] When the oscillator circuit which consists of a sensor component 3 and amplifier 10 is oscillating, the AC signal of an oscillation is changed into direct current voltage by the wave detector 11, and the output voltage of a wave detector 11 increases with it. The level judging of this direct current voltage can be carried out by the comparator 12, and the existence of ink can be outputted as an electrical signal. An inversed input terminal is connected to an output terminal, the high-pass filter which consists of capacitors 34 and 35 and resistance 36 between electrode 7b of a sensor component and a non-inversed input terminal, and the low pass filter which consists of resistance 37 and 38 and a capacitor 39 are inserted, and the above-mentioned band pass filter 13 divides between an output terminal and an earth terminal by resistance 40 and 41, and has the composition of having connected this division electrical potential difference to the end of resistance 36 and a capacitor 39. This band pass filter 13 eliminates the electrical signal of a specific frequency higher than audio frequency, and shows the band property of this filter to drawing 5. As shown in drawing 5, when proper resonance frequency of the sensor component 3 in the condition that there is no ink is set to f2, since sufficient gain is acquired in the frequency of f2, amplifier 10 has sufficient gain to vibrate the sensor component 3 in this frequency. However, in the condition that ink is in contact with the front face of the sensor component 3, the proper resonance frequency of the sensor component 3 falls to f1. Since f1 and the exclusion band frequency of a band pass filter are in agreement, amplifier 10 does not have sufficient gain in this frequency, and the sensor component 3 does not vibrate. Therefore, since an AC signal is not produced in the output terminal of amplifier 10, the output voltage of a wave detector 11 becomes low, and the output of a comparator 12 becomes high.

[0021] (Gestalt 2 of operation) Drawing 6 is the sectional view showing the ink residue detection sensor in the gestalt of operation of the 2nd of this invention. In drawing 6, the sensor component 3 is installed so that the opening 5 prepared in the base of the ink cartridge case 1 may be plugged up, and it has secured sufficient spacing so that the ink absorber 2 may not touch the diaphragm of the sensor component 3 by the projection 4 of two or more prepared around the sensor component. Here, the projection 4 is beforehand formed in the ink cartridge case 1 by coincidence shaping, as shown in drawing 7, and it is used as the electrode-holder section of the sensor component 3. Therefore, spacing of the ink absorber 2 and the sensor component 3 is securable similarly.

[0022] Thus, in this example, it is installed so that the front face of the sensor component 3 may not become a hollow to the internal surface of an ink cartridge, and it has the composition that the distance of the ink absorber 2 and the sensor component 3 is secured by projection 4.

[0023] (Gestalt 3 of operation) Drawing 8 is the sectional view of the ink residue detection sensor in the gestalt of operation of the 3rd of this invention. In drawing 8, the skin of the

case 1 concerned is equipped with the sensor component 3 so that the opening 5 prepared in the lower part side face of the ink cartridge case 1 may be plugged up. Here, the ink absorber 2 in an ink cartridge is constituted so that putting in and expanding in a network-like bag may be suppressed so that it may not enter in opening 5, spacing between the diaphragm of the sensor component 3 and the ink absorber 2 may be secured and ink may not be held in opening 5 with the surface tension of ink.

[0024] (Gestalt 4 of operation) Drawing 9 is the sectional view showing the sensor component used for the ink residue detection sensor in the gestalt of operation of the 4th of this invention. In drawing 9, 8 is the insulator layer installed in the front face of the diaphragm 9 of the sensor component 3, and is formed of hoe low processing, adhesion of the resin version, spreading of a coating agent, etc. The potential difference is not produced between the metal ions which the surface of metal of ink and a diaphragm 9 does not contact directly by this insulator layer 8, and are contained in ink.

[0025] In addition, the water-repellent protective coat which consists of a well-known monomolecular film as shown in JP,5-36324,A on the surface of an insulator layer may be prepared, and water repellence may be raised.

[0026] (Gestalt 5 of operation) Drawing 10 is the sectional view of the sensor unit used for the ink residue detection sensor in the gestalt of operation of the 5th of this invention. In drawing 10, 14 is the holder of the shape of a cylinder like object with base attached in opening which supported the sensor component 3 which joined the piezoelectric device to the diaphragm inside, and was prepared in the ink cartridge, and forms the interior of an ink cartridge, and the hole 15 open for free passage in the periphery enclosure of the holder 14 in the interior of an ink cartridge. By equipping opening prepared in the ink cartridge case, this holder 14 can secure sufficient spacing between said ink absorbers so that said diaphragm may not touch to the ink absorber inside \*\* to which said diaphragm contacts the ink inside an ink cartridge, and an ink cartridge.

[0027] (Gestalt 6 of operation) Drawing 11 is the block diagram showing other operation gestalten of the electrical circuit section of the ink residue detection sensor of this invention. The amplifier which is connected to the electrode 7 of a piezoelectric device 6 in order that 10 may vibrate the sensor component 3 held at the ink cartridge in drawing 11, and excites with the proper resonance frequency of said sensor component 3, the wave detector which detects the electrical signal with which 11 is outputted from this amplifier 10, and 12 are comparators which output the signal which is equivalent to an ink residue in the electrical signal from this wave detector 11 as compared with a reference signal. The above-mentioned sensor component 3 joins a piezoelectric device 6 to one side of the diaphragm 9 which consists of a metal plate, and forms an electrode 7 in the piezoelectric device 6 here. It differs from the configuration of drawing 2 which explained this example with the gestalt 1 of operation in that the electrode of a piezoelectric device had separated to two, 7a and 7b.

[0028] Amplifier 10 has connected to the above-mentioned electrode 7 the output of the operational amplifier 23 which grounded the non-inversed input terminal while it connects

with an inversed input terminal through resistance 21 from the output of this band pass filter 13 and it connects resistance 22 with a band pass filter 13 between an inversed input terminal and an output terminal from the potential of the diaphragm 9 which consists of an electrode by the side of the field stuck on the diaphragm 9 of a piezoelectric device 6, i.e., a metal plate. Including the diode 25 which connected the output of the above-mentioned amplifier 10 through the capacitor 24, a wave detector 11 grounds a cathode through a capacitor 27 while grounding the anode of this diode 25 through resistance 26. A comparator 12 consists of an operational amplifier 28 which connected the output of the above-mentioned wave detector 11 to the inversed input terminal, and it is constituted so that reference voltage may be impressed to the non-inversed input terminal of the above-mentioned operational amplifier 28.

[0029]

[Effect of the Invention] As mentioned above, since this invention arranged the sensor component which joined the piezoelectric device to the diaphragm to opening of an ink cartridge, the ink cartridge of a method which formed the sponge-like ink absorber in the interior of an ink cartridge can also detect an ink residue correctly. Moreover, it makes it possible to detect an ink residue, without impressing an electrical potential difference to ink. Moreover, even when a metal ion is included in an ink ingredient, it can respond to the interior of an ink cartridge so that the front face of a metal diaphragm may not contact directly, and ink does not deteriorate [the potential difference] between ink and a metal according to an ionization tendency.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The sectional view of an ink cartridge showing the ink residue detection sensor of the gestalt of operation of the 1st of this invention

[Drawing 2] The block diagram explaining the electrical circuit section of this sensor

[Drawing 3] The filter band property Fig. of the filter section of this sensor

[Drawing 4] The block diagram explaining other examples of the electrical circuit section of the ink residue detection sensor of the gestalt of operation of the 1st of this invention

[Drawing 5] The filter band property Fig. of the filter section of this sensor

[Drawing 6] The sectional view of an ink cartridge showing the ink residue detection sensor of the gestalt of operation of the 2nd of this invention

[Drawing 7] The top view showing the projection part of this sensor

[Drawing 8] The sectional view of an ink cartridge showing the ink residue detection sensor of the gestalt of operation of the 3rd of this invention

[Drawing 9] The sectional view of a sensor component showing the ink residue detection sensor of the gestalt of operation of the 4th of this invention

[Drawing 10] The sectional view of a sensor unit showing the ink residue detection sensor of the gestalt of operation of the 5th of this invention

[Drawing 11] The block diagram explaining other operation gestalten of the electrical circuit section of the ink residue detection sensor of the gestalt of operation of the 1st of this invention

[Description of Notations]

- 1 Ink Cartridge Case
- 2 Ink Absorber
- 3 Sensor Component
- 4 Projection
- 5 Opening
- 6 Piezoelectric Device
- 7a, 7b Electrode
- 8 Insulator Layer
- 9 Diaphragm
- 10 Amplifier
- 11 Wave Detector
- 12 Comparator
- 13 Band Pass Filter
- 14 Cylinder-Like Object with Base-like Holder
- 21, 22, 26, 31, 32, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45 Resistor
- 23, 28, 29 Operational amplifier
- 24, 27, 30, 33, 34, 35, 39 Capacitor
- 25 Diode

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-305590

(43) 公開日 平成10年(1998)11月17日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

B 41 J 2/175

識別記号

F I

B 41 J 3/04

102Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O.L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-117850

(22) 出願日

平成9年(1997)5月8日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 栗原 功光

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 市瀬 俊彦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

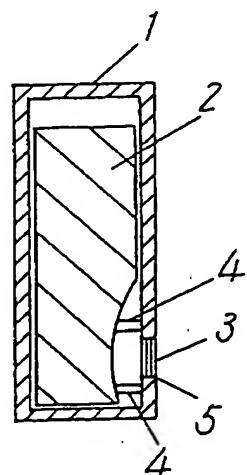
(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 インク残量検知センサ

(57) 【要約】

【課題】 インクジェット記録装置に使用するインクカートリッジ内部のインク残量を検出するインク残量検知センサにおいてインクカートリッジ内部にスポンジ状のインク吸収体を設けた場合においても正しくインク残量を検出することができるインク残量検知センサを提供することを目的とする。

【解決手段】 圧電素子を接合した振動板を含み、前記振動板がインクカートリッジ内部のインクに接触するも、インクカートリッジ内部に設置されたインクを含浸するインク吸収体2に対して前記振動板が接するがないように前記インク吸収体2との間に所定の間隔を確保した状態で上記インクカートリッジにセンサ素子3を保持させたものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電素子を接合した振動板を含み、前記振動板がインクカートリッジ内部のインクに接触するも、インクカートリッジ内部に設置されたインクを含浸するインク吸収体に対して前記振動板が接することができないように前記インク吸収体との間に所定の間隔を確保した状態で上記インクカートリッジに保持されたセンサ素子と、前記センサ素子を振動させるために前記圧電素子の電極に接続され、前記振動板の固有共振周波数で励振を行う増幅器と、この増幅器から出力される電気信号を検出する検波器と、この検波器からの電気信号を基準信号と比較しインクの有無を知らせる信号を出力する比較器とを備えたインク残量検知センサ。

【請求項2】 増幅器は可聴周波数より高い特定周波数の電気信号を選択もしくは排除するフィルタを含むことを特徴とする請求項1記載のインク残量検知センサ。

【請求項3】 振動板はインクカートリッジの下方側面または底面に設置したことを特徴とする請求項1記載のインク残量検知センサ。

【請求項4】 振動板は金属板からなり、インクカートリッジに設けた開口部を塞ぐように当該インクカートリッジの外壁面に取付けられ、且つインク吸収体との間にインクの表面張力によってインクが保持されないだけの所定の間隔を確保するように構成したことを特徴とする請求項1記載のインク残量検知センサ。

【請求項5】 振動板は金属板よりなり、インクカートリッジ内部に設けた突起により当該振動板に対しインク吸収体との間に所定の間隔を確保するように構成した請求項1記載のインク残量検知センサ。

【請求項6】 振動板のインクカートリッジ内部に対応する表面に絶縁膜を設けたことを特徴とする請求項1記載のインク残量検知センサ。

【請求項7】 絶縁膜の表面に単分子膜よりなる撥水性の保護膜を設けたことを特徴とする請求項1記載のインク残量検知センサ。

【請求項8】 圧電素子を接合した振動板と、この振動板を内部に支持しインクカートリッジに設けた開口部に取付けられる有底筒状のホルダとを備え、インクカートリッジ内部におけるホルダの外周囲にインクカートリッジ内部と連通する孔を設け、前記振動板がインクカートリッジ内部のインクに接触するも、インクカートリッジ内部のインク吸収体に対して前記振動板が接することができないように前記インク吸収体との間に所定の間隔を確保するように構成したインク残量検知センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はインクカートリッジ、特にインクジェット記録装置に使用するインクカートリッジ内部のインク残量を検出するインク残量検知センサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】1個以上のインクジェットヘッドを有し、紙その他の記録媒体にインク滴を飛ばして図形や文字等を作るプリンタが最近脚光を浴びている。斯かるプリンタは一般に交換可能なインクカートリッジを使用するため、インクカートリッジ内部のインク残量を検出し表示する目的でインク残量検知センサを設ける必要がある。従来のインク残量検知センサの一例としては特公平3-55313号公報に開示されているものが知られている。このセンサはインクカートリッジ内部のインクに浸されるように配置される2本のステンレス製のプローブを有し、このプローブ間に電圧を印加してインクの抵抗値をモニタすることによりカートリッジ内部のインク残量を検出する。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来の構成では、インクカートリッジ内部にスponジ状のインク吸収体を設けた方式のインクカートリッジを探用にあたり、インクの残量が少なくなてもインク吸収体に吸い込まれたわずかなインクが複数設けられたプローブの間の電気導通路を形成してしまうため、正しくインク残量を検出できない。また、プローブを介してインクに電圧を印加するため、インク材質の電気分解によりインクが変質するという問題があった。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するため、本発明のインク残量検知センサは、圧電素子を接合した振動板を含み、前記振動板がインクカートリッジ内部のインクに接触するも、インクカートリッジ内部に設置されたインクを含浸するインク吸収体に対して前記振動板が接することができないように前記インク吸収体との間に所定の間隔を確保した状態で上記インクカートリッジに保持されたセンサ素子と、前記振動板を振動させるために前記圧電素子の電極に接続され、前記振動板の固有共振周波数で励振を行う増幅器と、この増幅器から出力される電気信号を検出する検波器と、この検波器からの電気信号を基準信号と比較しインクの有無を知らせる信号を出力する比較器とを備えたものである。この構成によってインクカートリッジ内部にスponジ状のインク吸収体を設けた方式のインクカートリッジでも正しくインク残量を検出することが可能となる。

## 【0005】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、圧電素子を接合した振動板を含み、前記振動板がインクカートリッジ内部のインクに接触するも、インクカートリッジ内部に設置されたインクを含浸するインク吸収体に対して前記振動板が接することができないように前記インク吸収体との間に所定の間隔を確保した状態で上記インクカートリッジに保持されたセンサ素子と、前記センサ素子を振動させるために前記圧電素子の電極に接続

され、前記振動板の固有共振周波数で励振を行う増幅器と、この増幅器から出力される電気信号を検出する検波器と、この検波器からの電気信号を基準信号と比較しインクの有無を知らせる信号を出力する比較器とを備えたものであり、この構成によって、インクカートリッジ内部にスポンジ状のインク吸収体を設けた方式のインクカートリッジでも正しくインク残量を検出できるという作用を有する。

【0006】請求項2に記載の発明は、請求項1記載の発明において、増幅器が可聴周波数より高い特定周波数の電気信号を選択もしくは排除するフィルタを含む構成であり、センサ素子がインク液面から露出している場合のみセンサ素子をセンサ素子の振動板の共振周波数で励振させることにより、インク残量の有無を電気信号として検出することができるという作用を有する。

【0007】請求項3に記載の発明は、請求項1記載の発明において、振動板をインクカートリッジの下方側面または底面に設置した構成であり、センサ素子が厚みが薄く小型であるという特徴によりセンサ素子を設置する場所に制約が少なく、また任意の角度で設置することができるという作用を有する。

【0008】請求項4に記載の発明は、請求項1記載の発明において、振動板が金属板からなり、インクカートリッジに設けた開口部を塞ぐように当該インクカートリッジの外壁面に取付けられ、且つインク吸収体との間にインクの表面張力によってインクが保持されないだけの所定の間隔を確保するように構成しており、インクに圧電素子が常時接することなく金属板により十分な強度を確保することができ、また、インクカートリッジ内部にインク吸収体を有する場合においてもインクの残量を正確に検知することができるという作用を有する。

【0009】請求項5に記載の発明は、請求項1記載の発明において、振動板が金属板よりなり、インクカートリッジ内部に突起を設けた構造とすることにより、インク吸収体とセンサ素子との間に所定の間隔を確保することが可能となり、インクカートリッジ内部にインク吸収体を有する場合においてもインクの残量を正確に検知することができるという作用を有する。

【0010】請求項6に記載の発明は、請求項1記載の発明において、振動板のインクカートリッジ内部に対応する表面に絶縁膜を設けた構成であり、インクの成分中に金属イオンを含む場合などインクに直接金属が接するとインクが変質する場合に有効であり、また、インクに電圧を印加することなくインク残量を検出することができるという作用を有する。

【0011】請求項7に記載の発明は、請求項6記載の発明において、絶縁膜の表面に単分子膜よりなる撥水性の保護膜を設けた構成であり、単分子膜によって金属表面がインクに直接接しないように保護することができ、かつ、センサ素子表面のインクの撥水性を高めることができ

可能であるという作用を有する。

【0012】請求項8に記載の発明は、圧電素子を接合した振動板と、この振動板を内部に支持しインクカートリッジに設けた開口部に取付けられる有底筒状のホルダとを備え、インクカートリッジ内部におけるホルダの外周囲にインクカートリッジ内部と連通する孔を設け、前記振動板がインクカートリッジ内部のインクに接触するも、インクカートリッジ内部のインク吸収体に対して前記振動板が接することができないように前記インク吸収体との間に所定の間隔を確保した構成であり、ホルダをインクカートリッジの開口部に取り付けるだけで簡単にセンサ素子を組み付けることができ、かつ、インク吸収体とセンサ素子表面との十分な距離を確保することができるという作用を有する。

【0013】(実施の形態1) 以下本発明の第1の実施の形態を図1、図2を参照しながら説明する。図1において、1はインクカートリッジケース、2はインクカートリッジケース1内に設けたインク吸収体、3は振動板の片面に圧電素子を接合したセンサ素子、4はインク吸収体2とセンサ素子3との間に十分な間隔を確保するためセンサ素子周辺にリング状に配した複数の突起、5はインクカートリッジケース1に設けた開口部であり、センサ素子3はインクカートリッジケース1に設けた開口部5内に設置されている。ここで、センサ素子3は振動板面がインクカートリッジ内部を向くように開口部5に設置されていることは言うまでもない。

【0014】インクの液面がセンサ素子3の位置よりも上である場合にはセンサ素子3の表面にはインクが接触しており、センサ素子3の固有共振周波数はインクが接触していないときに比べて低くなる。一方、インクカートリッジ内部のインク残量が少なくなると、センサ素子3の表面にインクが接触しなくなり、センサ素子3の固有共振周波数は高くなる。この時、インク吸収体2がセンサ素子3に接触していると、固有共振周波数の変化は小さくなり検出が困難になる。また、インク吸収体2とセンサ素子3の距離が接近していると、表面張力によってインクがインク吸収体2とセンサ素子3との間に保持されてインクの液面低下を検出することが困難になるが、突起4がインク吸収体2を押圧することによりインク吸収体2とセンサ素子3との間には充分な間隔が確保されている。

【0015】図2は第1の実施の形態の電気回路部を説明するブロック図である。図2において、10はインクカートリッジに保持されたセンサ素子3を振動させるために圧電素子6の電極7に接続され、前記センサ素子3の固有共振周波数で励振を行う増幅器、11はこの増幅器10から出力される電気信号を検出する検波器、12はこの検波器11からの電気信号を基準信号と比較しインク残量に相当する信号を出力する比較器である。ここで、上記センサ素子3は金属板よりなる振動板9の片面

に圧電素子6を接合し、その圧電素子6に電極7a, 7bを設けたものである。増幅器10は上記電極7bに接続したバンドパスフィルタ13と、このバンドパスフィルタ13の出力から抵抗21を介して反転入力端子に接続し反転入力端子と出力端子間に抵抗22を接続するとともに非反転入力端子を接地した演算増幅器23の出力を上記電極7aに接続している。検波器11は上記増幅器10の出力をコンデンサ24を介して接続したダイオード25を含み、このダイオード25のアノードを抵抗26を介して接地すると共にカソードをコンデンサ27を介して接地したものである。比較器12は上記検波器11の出力を反転入力端子に接続した演算増幅器28よりなり、上記演算増幅器28の非反転入力端子に基準電圧が印加されるように構成されている。

【0016】センサ素子3は増幅器10によっていわゆる圧電ブザーの自励発振の原理で振動し、その振動周波数はセンサ素子3の固有共振周波数となる。固有共振周波数は一般的に振動板のサイズに反比例し振動板の厚さに比例する。厚さが厚すぎるとインクの液面の検知の感度が悪くなるため可能な限り薄いことが望ましい。

【0017】センサ素子3と増幅器10で構成される発振回路が発振している場合は検波器11によって発振の交流信号が直流電圧に変換され、検波器11の出力電圧は増加する。この直流電圧を比較器12でレベル判定してインクの有無を電気信号として出力することができる。上記バンドパスフィルタ13は非反転入力端子が接地され、反転入力端子と出力端子間に抵抗31とコンデンサ30との並列回路が接続された演算増幅器29より構成されており、コンデンサ33と抵抗32の直列回路を介して上記演算増幅器29の反転入力端子に上記電極7bを接続している。このバンドパスフィルタ13は可聴周波数より高い特定周波数の電気信号を選択するものであり、このフィルタの帯域特性を図3に示す。図3に示すようにインクが無い状態でのセンサ素子3の固有共振周波数をf2とすると、f2とバンドパスフィルタの帯域周波数は一致しており、増幅器10はこの周波数においてセンサ素子3を振動させるに十分なゲインを有する。しかしながら、インクがセンサ素子3の表面に接している状態ではセンサ素子3の固有共振周波数はf1まで低下する。f1とバンドパスフィルタの帯域周波数とは一致しないため増幅器10はこの周波数において十分なゲインがなくセンサ素子3は振動しない。よって増幅器10の出力端子に交流信号は生じないため、検波器11の出力電圧は低くなり、比較器12の出力は高くなる。

【0018】尚、本例ではバンドパスフィルタ13の帯域特性として可聴周波数より高い特定周波数の電気信号を選択するものについて説明したが、他に可聴周波数より高い特定周波数の電気信号を排除する方法も可能である。この場合の電気回路ブロック図を図4に示す。図4

10

20

30

40

50

において、10はインクカートリッジに保持されたセンサ素子3を振動させるために圧電素子6の電極7に接続され、前記センサ素子3の固有共振周波数で励振を行う増幅器、11はこの増幅器10から出力される電気信号を検出する検波器、12はこの検波器11からの電気信号を基準信号と比較しインク残量に相当する信号を出力する比較器である。ここで、上記センサ素子3は金属板よりもなる振動板9の片面に圧電素子6を接合し、その圧電素子6に電極7a, 7bを設けたものである。増幅器10は上記電極7bに接続したバンドパスフィルタ13と、このバンドパスフィルタ13の出力から抵抗42を介して非反転入力端子に接続し非反転入力端子と接地端子間に抵抗43を接続するとともに反転入力端子を抵抗44を介して接地し、出力端子と非反転入力端子間に抵抗器45を接続し、この演算増幅器23の出力を上記電極7aに接続している。検波器11は上記増幅器10の出力をコンデンサ24を介して接続したダイオード25を含み、このダイオード25のアノードを抵抗26を介して接地すると共にカソードをコンデンサ27を介して接地したものである。比較器12は上記検波器11の出力を反転入力端子に接続した演算増幅器28よりなり、上記演算増幅器28の非反転入力端子に基準電圧が印加されるように構成されている。

【0019】センサ素子3は増幅器10によっていわゆる圧電ブザーの自励発振の原理で振動し、その振動周波数はセンサ素子3の固有共振周波数となる。固有共振周波数は一般的に振動板のサイズに反比例し振動板の厚さに比例する。厚さが厚すぎるとインクの液面の検知の感度が悪くなるため可能な限り薄いことが望ましい。

【0020】センサ素子3と増幅器10で構成される発振回路が発振している場合は検波器11によって発振の交流信号が直流電圧に変換され、検波器11の出力電圧は増加する。この直流電圧を比較器12でレベル判定してインクの有無を電気信号として出力することができる。上記バンドパスフィルタ13は反転入力端子が出力端子に接続され、センサ素子の電極7bと非反転入力端子との間にコンデンサ34, 35と抵抗36からなるハイパスフィルタと、抵抗37, 38とコンデンサ39からなるローパスフィルタが挿入され、出力端子と接地端子間を抵抗40, 41で分割し、この分割電圧を抵抗36とコンデンサ39の一端に接続した構成となっている。このバンドパスフィルタ13は可聴周波数より高い特定周波数の電気信号を排除するものであり、このフィルタの帯域特性を図5に示す。図5に示すようにインクが無い状態でのセンサ素子3の固有共振周波数をf2とすると、f2の周波数においては十分なゲインが得られるため増幅器10はこの周波数においてセンサ素子3を振動させるに十分なゲインを有する。しかしながら、インクがセンサ素子3の表面に接している状態ではセンサ素子3の固有共振周波数はf1まで低下する。f1とバ

ンドバスフィルタの排除帯域周波数とが一致するため増幅器10はこの周波数において十分なゲインがなくセンサ素子3は振動しない。よって増幅器10の出力端子に交流信号は生じないため、検波器11の出力電圧は低くなり、比較器12の出力は高くなる。

【0021】(実施の形態2) 図6は本発明の第2の実施の形態におけるインク残量検知センサを示す断面図である。図6において、センサ素子3はインクカートリッジケース1の底面に設けた開口部5を塞ぐように設置されており、センサ素子3周辺に設けた複数本の突起4によりインク吸収体2がセンサ素子3の振動板に接することのないように十分な間隔を確保している。ここで、突起4は図7に示すようにインクカートリッジケース1にあらかじめ同時成形によって設けられており、センサ素子3のホルダ一部として利用される。したがって、同様にインク吸収体2とセンサ素子3との間隔を確保することができる。

【0022】この様に本例ではインクカートリッジの内壁面に対しセンサ素子3の表面が窪みになることのないように設置され、突起4によりインク吸収体2とセンサ素子3の距離が確保される構成となっている。

【0023】(実施の形態3) 図8は本発明の第3の実施の形態におけるインク残量検知センサの断面図である。図8において、センサ素子3はインクカートリッジケース1の下方側面に設けた開口部5を塞ぐように当該ケース1の外壁面に装着されている。ここで、インクカートリッジ内のインク吸収体2は開口部5内に入り込むことのないようにたとえば、ネット状の袋の中に入れられて膨張することが抑えられており、センサ素子3の振動板とインク吸収体2との間の間隔を確保し、かつインクの表面張力によってインクが開口部5内に保持されないように構成されている。

【0024】(実施の形態4) 図9は本発明の第4の実施の形態におけるインク残量検知センサを使用するセンサ素子を示す断面図である。図9において、8はセンサ素子3の振動板9の表面に設置された絶縁膜であり、ホール加工、樹脂版の接着、コーティング剤の塗布等によって形成される。この絶縁膜8によってインクと振動板9の金属表面が直接接触することがなくインクに含まれる金属イオンとの間で電位差を生じることがない。

【0025】尚、絶縁膜の表面にたとえば特開昭5-36324号公報に示されるような公知の単分子膜による撥水性の保護膜を設け、撥水性を高めてよい。

【0026】(実施の形態5) 図10は本発明の第5の実施の形態におけるインク残量検知センサを使用するセンサユニットの断面図である。図10において、14は圧電素子を振動板に接合したセンサ素子3を内部に支持しインクカートリッジに設けた開口部に取付けられる有底筒状のホルダであり、インクカートリッジ内部におけるホルダ14の外周囲にインクカートリッジ内部と連通

する孔15を設けたものである。このホルダ14はインクカートリッジケースに設けた開口部に装着することにより、前記振動板がインクカートリッジ内部のインクに接触するも、インクカートリッジ内部のインク吸収体に対して前記振動板が接することができないように前記インク吸収体との間の充分な間隔を確保することができる。

【0027】(実施の形態6) 図11は本発明のインク残量検知センサの電気回路部の他の実施形態を示すブロック図である。図11において、10はインクカートリッジに保持されたセンサ素子3を振動させるために圧電素子6の電極7に接続され、前記センサ素子3の固有共振周波数で励振を行う増幅器、11はこの増幅器10から出力される電気信号を検出する検波器、12はこの検波器11からの電気信号を基準信号と比較しインク残量に相当する信号を出力する比較器である。ここで上記センサ素子3は金属板よりなる振動板9の片面に圧電素子6を接合し、その圧電素子6に電極7を設けたものである。本例は、実施の形態1で説明した図2の構成とは圧電素子の電極が7a, 7bの2つに別れていた点が異なる。

【0028】増幅器10は圧電素子6の振動板9に貼り付けた面側の電極、すなわち金属板からなる振動板9の電位よりバンドパスフィルタ13と、このバンドパスフィルタ13の出力から抵抗21を介して反転入力端子に接続し反転入力端子と出力端子間に抵抗22を接続するとともに非反転入力端子を接地した演算増幅器23の出力を上記電極7に接続している。検波器11は上記増幅器10の出力をコンデンサ24を介して接続したダイオード25を含み、このダイオード25のアノードを抵抗26を介して接地すると共にカソードをコンデンサ27を介して接地したものである。比較器12は上記検波器11の出力を反転入力端子に接続した演算増幅器28によりなり、上記演算増幅器28の非反転入力端子に基準電圧が印加されるように構成されている。

【0029】

【発明の効果】以上の様に本発明は圧電素子を振動板に接合したセンサ素子をインクカートリッジの開口部に対して配設したので、インクカートリッジ内部にスポンジ状のインク吸収体を設けた方式のインクカートリッジでも正しくインク残量を検出できる。また、インクに電圧を印加することなくインク残量を検出することを可能とするものである。また、インク材料に金属イオンを含む場合でもインクカートリッジ内部に金属振動板の表面が直接接触しないように対応可能でありイオン化傾向によりインクと金属との間に電位差がインクが変質するこがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態のインク残量検知センサを示すインクカートリッジの断面図

【図2】同センサの電気回路部を説明するブロック図

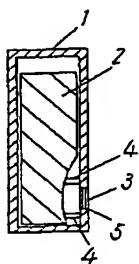
- 【図3】同センサのフィルタ部のフィルタ帯域特性図  
 【図4】本発明の第1の実施の形態のインク残量検知センサの電気回路部の他の例を説明するブロック図  
 【図5】同センサのフィルタ部のフィルタ帯域特性図  
 【図6】本発明の第2の実施の形態のインク残量検知センサを示すインクカートリッジの断面図  
 【図7】同センサの突起部分を示す平面図  
 【図8】本発明の第3の実施の形態のインク残量検知センサを示すインクカートリッジの断面図  
 【図9】本発明の第4の実施の形態のインク残量検知センサを示すセンサ素子の断面図  
 【図10】本発明の第5の実施の形態のインク残量検知センサを示すセンサユニットの断面図  
 【図11】本発明の第1の実施の形態のインク残量検知センサの電気回路部の他の実施形態を説明するブロック図

## 【符号の説明】

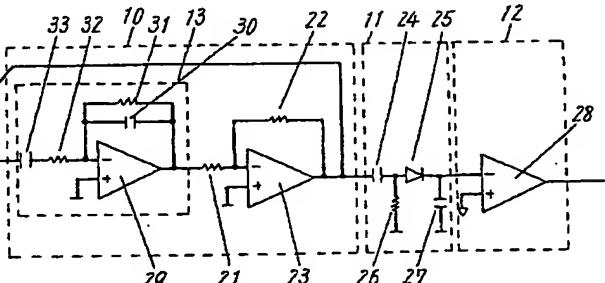
- 1 インクカートリッジケース
- 2 インク吸収体

- 3 センサ素子  
 4 突起  
 5 開口部  
 6 圧電素子  
 7 a, 7 b 電極  
 8 絶縁膜  
 9 振動板  
 10 増幅器  
 11 検波器  
 12 比較器  
 13 バンドパスフィルタ  
 14 有底筒状のホルダ  
 21, 22, 26, 31, 32, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45 抵抗器  
 23, 28, 29 演算増幅器  
 24, 27, 30, 33, 34, 35, 39 コンデンサ  
 25 ダイオード

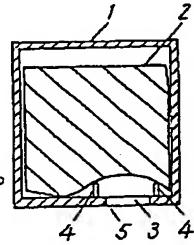
【図1】



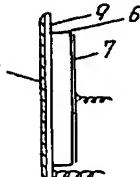
【図2】



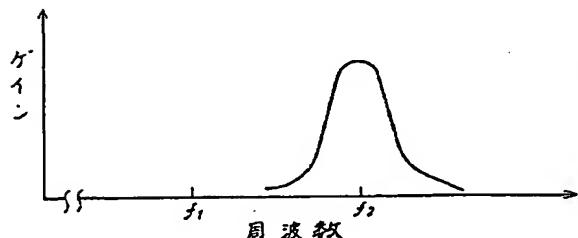
【図6】



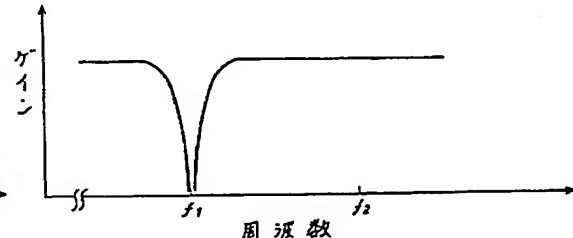
【図9】



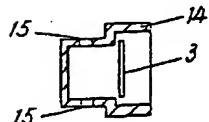
【図3】



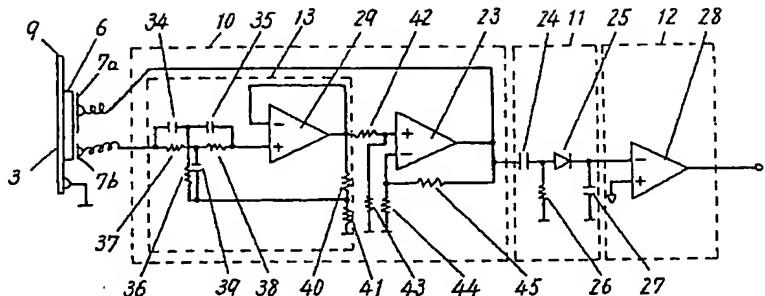
【図5】



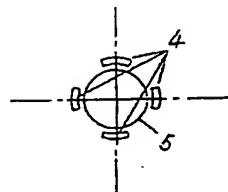
【図10】



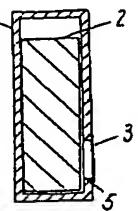
【図4】



【図7】



【図8】



【図11】

